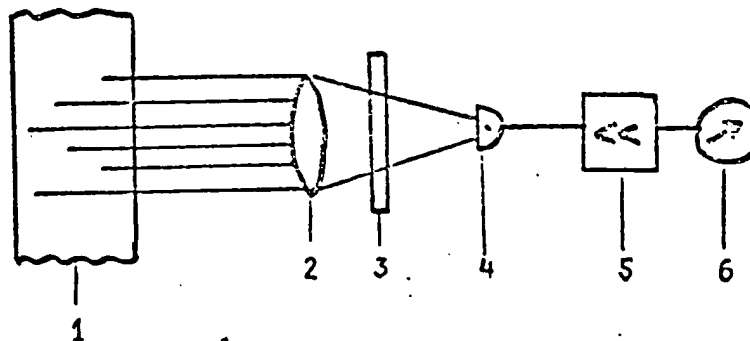


BEST AVAILABLE COPY

L2653C/47

With dielectrics, absorption occurs in the medium or long wave infrared spectrum. A graph of wavelength against absorption constant ( $1/k$ ) allows the wavelength  $\lambda_s$  of the radiation for which  $1/k = d/3$  to be found (knowing  $d$ ). This wavelength is the one at which the measurement is made for depth  $d$ .  
1.5.80 as 102362 (11pp382).  
(G) ISR:- US2912862; US2909924. 4 Journal References.



A-3

BEST AVAILABLE COPY

EP 0018642  
NOV 1980

BEST AVAILABLE COPY

ZEIS ★ S03 L2053 C/47 ★ EP --18-642  
Radiation pyrometer measuring temp. in partially transparent medium - is operative at various depths using filter passing given wavelength and radiation detector

JENAER GLASW SCHOTT 02.05.79-DT-917653  
(12.11.80) G01j-05

D/S: E(GB, SW).

The partially transparent medium (1), e.g. glass emits thermal radiation which is focused by a lens (2) onto a radiation detector (4). The detector's sensitivity covers a wide spectrum. The detector's electrical output signal is amplified (5) and displayed by an instrument (6). A filter (3) is located between the lens and the detector. The filter's passband wavelength is chosen according to the medium's spectral transmission and the depth at which the temp. measurement is desired.

The filter passes only a given wavelength  $\lambda_s$  in the infrared spectrum for which the average absorption constant  $k(\lambda_s) = 3/d$ , where  $d$  is the depth at which the temp. is being measured.

#### ADVANTAGE/USE

The pyrometer can be used for temp. measurements on transparent media like glass, plastics and crystals and it measures the temp. at various depths in the medium.

#### DETAILS

In an absorbant medium the radiation intensity decreases exponentially with thickness  $d$  according to  $I_0 = I_0 e^{-kd}$  where  $I_0$  is the radiation intensity incident on the medium and  $k$  is the absorption constant. After passing through a thickness of  $1/k$  the intensity is  $0.37 I_0$ .

After passing through a thickness of  $2/k$  the intensity is  $0.14 I_0$ . After passing through  $3/k$  the intensity is  $0.05 I_0$ . When the medium is hot, 95% of the radiation emitted originates from one layer  $3/k$  deep in the medium.

BEST AVAILABLE COPY



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer

**0 018 642**  
**A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 80102362.3

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: G 01 J 5/00

(22) Anmeldetag: 01.05.80

(30) Priorität: 02.05.79 DE 2917653

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
12.11.80 Patentblatt 80/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
GB SE

(71) Anmelder: JENAER GLASWERK SCHOTT & GEN.  
Hattenbergstrasse 10  
D-6500 Mainz(DE)

(72) Erfinder: Neuroth, Norbert  
Am Stollhenn 9  
D-6500 Mainz-Monbach(DE)

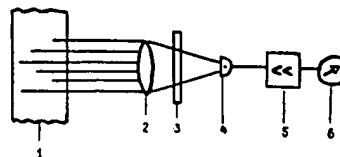
(72) Erfinder: Haspel, Rainer  
Grabenstrasse 33  
D-6521 Monsheim(DE)

(74) Vertreter: Rasper, Joachim, Dr.  
Bierstadter Höhe 22  
D-6200 Wiesbaden(DE)

(54) Anordnung zur berührungslosen Messung der Temperatur von teiltransparenten Medien in verschiedener Schichttiefe.

(57) Bei einer Anordnung zum berührungslosen Messen der Temperatur im Inneren eines transparenten Körpers, bei welcher die Intensität der von diesem Körper ausgesandten Strahlung mittels eines photoelektrischen Empfängers bestimmt wird, wird erfindungsgemäß zur Messung in einer beliebig vorgegebenen Schichttiefe  $d$  zwischen den Körper (1) und den photoelektrischen Empfänger (4, 5, 6) ein Filter (3) geschaltet, welches nur eine ausgewählte Wellenlänge  $\lambda_s$  des Spektralbereichs durchläßt, für die die mittlere Absorptionskonstante  $K(\lambda_s) = \frac{1}{d}$  beträgt.

FIGUR 1



EP 0 018 642 A1

Anordnung zur berührungslosen Messung der Temperatur von  
teiltransparenten Medien in verschiedener Schichttiefe

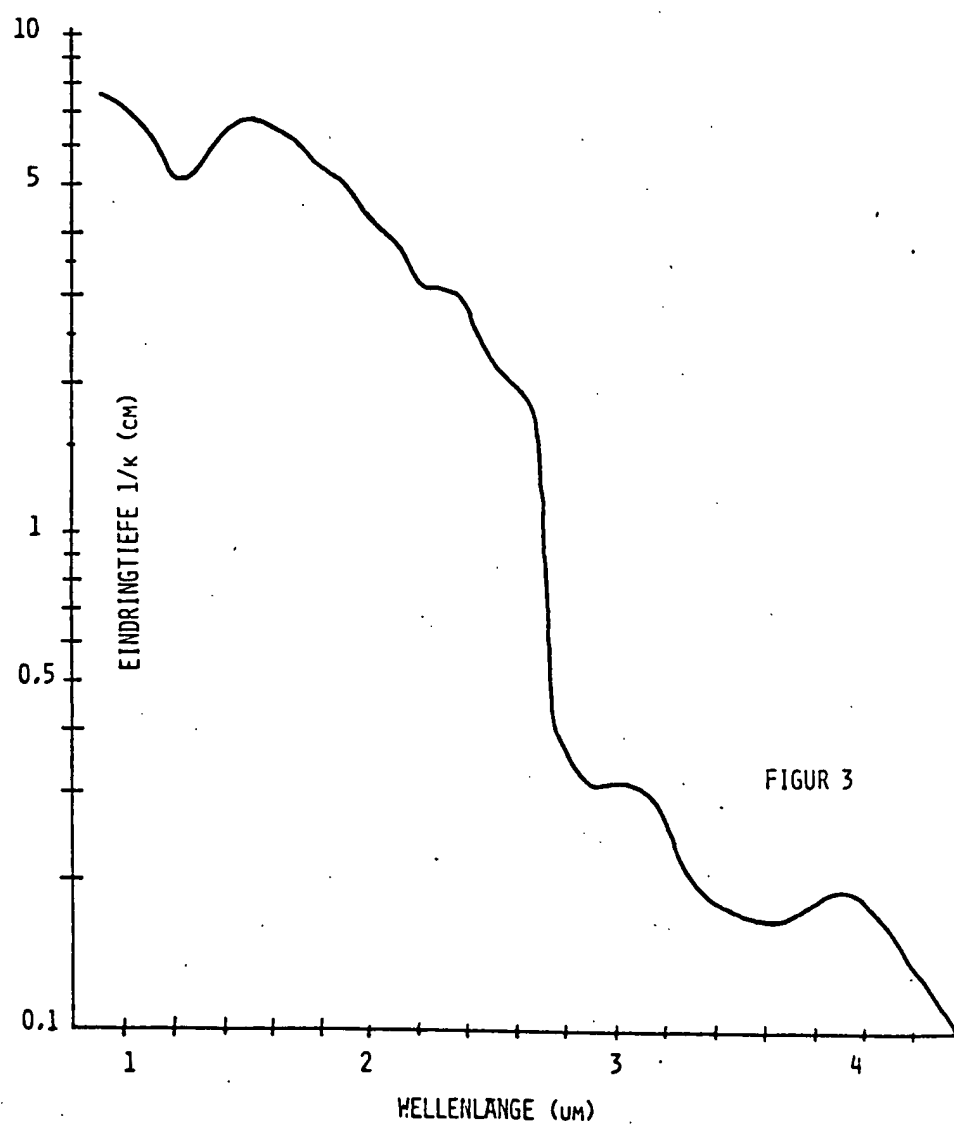
Die Erfindung betrifft eine neuartige Meßanordnung zur schnellen, berührungslosen Messung der Temperatur von teiltransparenten Medien, wie z.B. Glas, Kunststoff oder Kristalle mittels eines Pyrometers.

Die von einem heißen Körper ausgesandte Strahlung ist eine Funktion seiner Temperatur und seines Emissionsvermögens. Man nutzt diese Tatsache technisch aus zur berührungslosen Temperaturmessung, indem man die Intensität der vom Objekt ausgesandten Strahlung mißt (Pyrometrie). Die Eichung erfolgt durch Vergleich mit der Strahlungsintensität, die ein schwarzer Körper aussendet. Das ist die Öffnung eines Ofens, dessen Inneres überall auf gleicher Temperatur ist. Die spektrale Intensitätsverteilung der von einer solchen Öffnung ausgesandten Strahlung ist durch das Plank'sche Strahlungsgesetz beschrieben. Ein Körper auf gleicher Temperatur wie ein schwarzer Körper emittiert im allgemeinen eine geringere Intensität als der schwarze Körper. Eine Ursache ist die Reflexion des Körpers. Eine zweite Ursache kann die unvollkommene Absorption sein. Gemäß dem Kirchhoff'schen Gesetz emittiert ein heißer Körper entsprechend seinem Absorptionsvermögen.

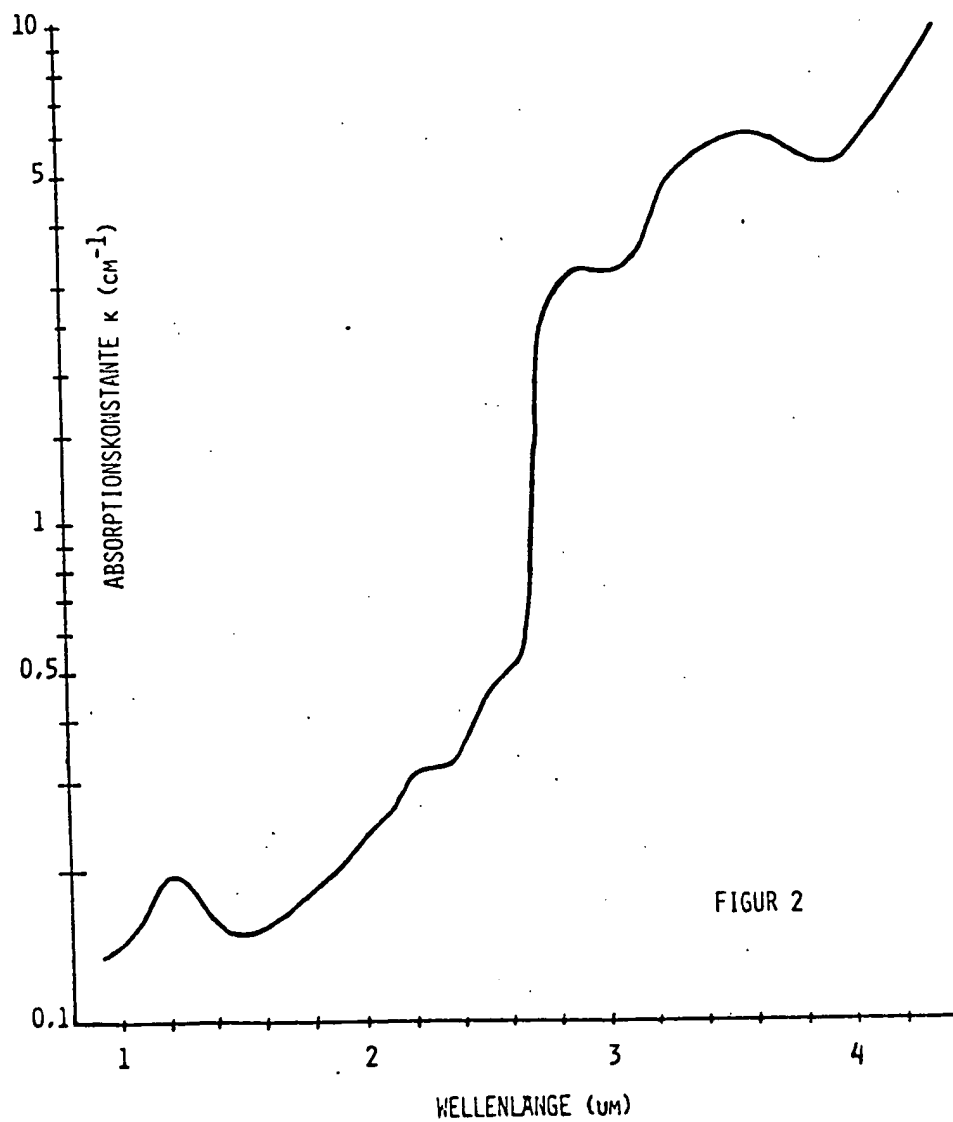
Dabei ist  $I_0$  die Intensität der in das Medium eindringenden Strahlung und  $I_d$  die Intensität nach Durchlaufen der Schichtdicke  $d$ .  $k$  ist die Absorptionskonstante. Ihr Kehrwert  $1/k$  wird Eindringtiefe genannt. Nach Durchlaufen der Schichtdicke  $1/k$  ist die Intensität auf 0,37 der Anfangsintensität gesunken. Nach Durchlaufen einer Schicht, die gleich der zweifachen Eindringtiefe ist, beträgt die Intensität 0,14 der Anfangsintensität; nach Durchlaufen der dreifachen Eindringtiefe beträgt die Intensität 0,05 der Anfangsintensität. Wenn der Körper heiß ist, stammen 95 % der emittierten Strahlung aus einer Schicht mit der dreifachen Eindringtiefe.

Bei dielektrischen Stoffen setzt die Absorption im mittellwelligen oder langwelligen infraroten Spektralbereich ein. Figur 2 zeigt als Beispiel für Absorption  $k(\lambda)$  eines Glases im infraroten Spektralbereich. Dies dient als Grundlage für das erfindungsgemäße Verfahren. Man trägt die Größe  $1/k(\lambda)$  gegen die Wellenlänge auf (Figur 3). Man will zum Beispiel die Temperatur einer Platte während des Ziehens aus der Wanne oder eines heißen Glastropfens bis in die Tiefe  $d$  messen. Dann sucht man in der Kurve in Figur 3 die Wellenlänge  $\lambda_s$ , bei der  $\frac{1}{k} = \frac{d}{3}$  ist. Diese Wellenlänge (oder ein Wellenlängenbereich), für die diese Beziehung gilt, ist dann der für diese Messung geeignete Arbeitsbereich des Strahlungs-pyrometers. Der Tropfen sei z.B. 12 cm dick. Einmal soll die Temperatur in einer 1 cm tiefen Randzone des Tropfens gemessen werden, zum anderen soll ein Mittelwert über den Temperaturverlauf vom Tropfenrand bis zur Mitte ermittelt werden. Im ersten Fall wird ein Filter mit Durchlässigkeit bei  $3,1 \mu\text{m}$  in das Pyrometer eingesetzt; denn bei dieser Wellenlänge beträgt die Eindringtiefe  $\frac{1}{k} = 0,33 \text{ cm}$  bzw. die 3-fache Eindringtiefe 1 cm. Im zweiten Fall verwendet man ein Filter mit der Durchlässigkeit bei der Wellenlänge  $2,6 \mu\text{m}$ ; denn bei

## SPEKTRALE EINDRINGTIEFE EINES GLASES

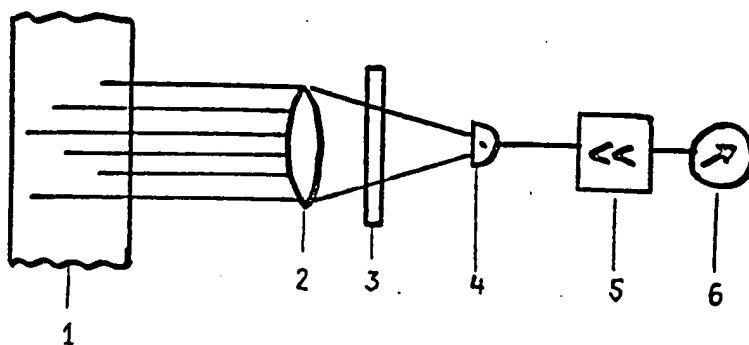


## SPEKTRALE ABSORPTION EINES GLASES



FIGUR 2

FIGUR 1





Patentansprüche:

1. Meßanordnung zum berührungslosen Messen der Temperatur von teiltransparenten Medien, wie z.B. Glas, Kunststoff oder Kristallen mittels eines Pyrometers, bei welchem die von dem zu messenden Objekt ausgehende Strahlung mit einem photoelektrischen Empfänger bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung über eine beliebig vorzugebende Schichttiefe  $d$  ein Filter vor diesen photoelektrischen Empfänger geschaltet wird, welches nur einen ausgewählten Teil um die Wellenlänge  $\lambda_s$  des infraroten Spektralbereiches durchläßt, für den die mittlere Absorptionskonstante

$$k(\lambda_s) = \frac{3}{d}$$

beträgt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Messen der Temperaturverteilung ein Pyrometer mit auswechselbaren Filtern verwendet wird, welche jeweils nur einen ausgewählten Spektralbereich  $\lambda_{s_i}$  durchlassen, für den gilt

$$K(\lambda_{s_i}) = \frac{3}{d_i},$$

wobei  $d_i$  die verschiedenen Schichttiefen sind, über die die Temperatur jeweils ermittelt werden soll.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Pyrometer verwendet werden mit Filtern, die an verschiedenen Stellen des infraroten Spektralbereiches so durchlässig sind, daß die Absorptionskonstante des zu messenden Objektes die Bedingung erfüllt

$$K(\lambda_{s_i}) = \frac{3}{d_i}.$$

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung der flächenhaften Temperaturverteilung diese Filter in einer Wärmebildkamera verwendet werden.

0018642



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 80 10 2362

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	IEEE TRANSACTIONS on INDUSTRY APPLICATIONS, Band IA-12, No.2 März-April 1976 New York US D. ROBERTSON: "Glass temperature measurement with Radiation pyrometers", Seiten 161-165 * Seiten 162-163; Figuren 1, 2 *	1	G 01 J 5/00
	--		
A	<u>US - A - 2 912 862</u> (R. MACHLER et al.) * Spalten 2,5 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
	--		
A	<u>US - A - 2 909 924</u> (W. FLOOK et al.) * Spalten 2-3 *	1	G 01 J 5/00 G 01 J 5/60
	--		
A	IEEE TRANSACTIONS on INDUSTRY APPLICATIONS, Band IA-11, No.4 Juli-August 1975 New York US R. VISKANTA et al.: "Spectral remote sensing of temperature distribution in Glass", Seiten 438-445 * Seite 439 *	1	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
	--		X: von besonderer Bedeutung
			A: technologischer Hintergrund
			O: mchtschriftliche Offenbarung
			P: Zwischenliteratur
			T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
			E: kollidierende Anmeldung
			D: in der Anmeldung angeführtes Dokument
			L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
✓	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	24-07-1980	BOEHM	